

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-096454

(43)Date of publication of application : 08.04.1997

(51)Int.Cl.

F25B 9/14

(21)Application number : 07-275065

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 29.09.1995

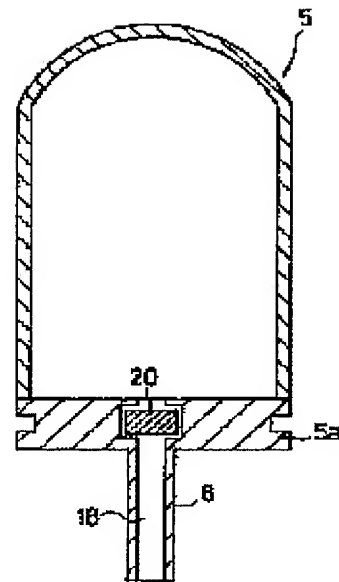
(72)Inventor : KUROSAWA YOSHIKI

(54) GAS COMPRESSING/EXPANDING MACHINE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a gas compressing/expanding machine of a favorable thermal efficiency, which prevents a heat loss from generating.

SOLUTION: A hollow part in a piston 5 communicates with a driving chamber 3 through a gas passage 18 which goes through the inside of a piston rod 8. At the same time, in the gas passage 18 which goes through the inside of the piston rod 8 or in the vicinity of the opening, a sealing mechanism 20 which shuts off the stream of the gas at least when the piston 5 is operating, is provided. By doing so, the gas passage between the inside of the piston 5 and the driving chamber is shut off, and a heat loss is prevented from generating by shutting off a heat moving due to the moving of the gas, and a gas compressing/expanding machine of a favorable thermal efficiency can be obtained.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-96454

(43)公開日 平成9年(1997)4月8日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 5 B 9/14	5 1 0		F 2 5 B 9/14	5 1 0 B

審査請求 未請求 請求項の数5 F D (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平7-275065

(22)出願日 平成7年(1995)9月29日

(71)出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72)発明者 黒澤 美暁

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

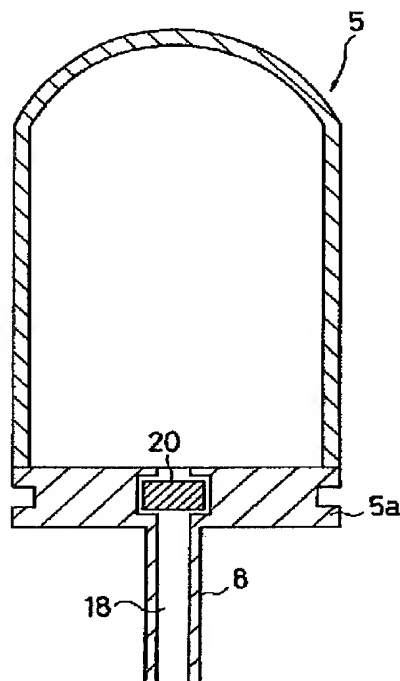
(74)代理人 弁理士 紋田 誠

(54)【発明の名称】 ガス圧縮・膨張機

(57)【要約】

【課題】 熱損失を防止して熱効率の良いガス圧縮・膨張機を提供すること。

【解決手段】 ピストン5内部の中空部がピストンロッド8内部を貫通するガス通路18を介して駆動室3に連通すると共に、そのピストンロッド8内部を貫通するガス通路18またはその開口部付近に、少なくともピストン作動時のガスの流れを遮断するシール機構20を設けた。これにより、ピストン内部と駆動室とのガス通路が遮断され、ガスの移動による熱移動を遮断して熱損失を防止して熱効率の良いガス圧縮・膨張機が得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 ピストン内部の中空部がピストンロッド内部を貫通するガス通路を介して駆動室に連通すると共に、その駆動室内の駆動機構により駆動されてピストンがシリンダ内を往復動作することにより、シリンダ内に流入するガスを圧縮又は膨張させるガス圧縮・膨張機において、

前記ピストン内部の前記ピストンロッド内部を貫通するガス通路またはその開口部付近に、少なくともピストン作動時のガスの流れを遮断するシール機構を設けたことを特徴とするガス圧縮・膨張機。

【請求項2】 前記シール機構は熱収縮を利用してピストン作動時の温度低下により前記ガス通路又はその開口部付近を遮断することを特徴とする請求項1記載のガス圧縮・膨張機。

【請求項3】 前記シール機構は熱膨張を利用してピストン作動時の温度上昇により前記ガス通路又はその開口部付近を遮断することを特徴とする請求項1記載のガス圧縮・膨張機。

【請求項4】 前記シール機構はバネ力を利用して前記ガス通路又はその開口部付近を遮断することを特徴とする請求項1記載のガス圧縮・膨張機。

【請求項5】 前記シール機構として逆止弁を用いたことを特徴とする請求項1記載のガス圧縮・膨張機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、スターリング冷凍機やスターリングエンジン、ヴィルミエルヒートポンプなどのピストンがシリンダ内を往復動作することにより、シリンダ内に流入するガスを圧縮又は膨張させるガス圧縮・膨張機に関する。

【0002】

【従来の技術】この種のガス圧縮・膨張機においては、ピストン駆動部の負荷及びピストン材料費の低減のため、ピストン内部を中空にしているものがある。しかし、ピストン周囲の外部圧力はかなりの高圧になるので、その外部圧力に耐えられるようにピストン内部圧力も高圧に保たないとピストンが変形もしくは破損してしまう。だからといって、ピストン内部だけに高圧ガスを封入することは組立作業上困難である。そこで従来は、作業性を向上させるため、ピストンロッドを中空に形成し、ピストン内部空間を駆動室と連通させて組立後外部から駆動室に高圧ガスを封入することにより、ピストン内部圧力をピストン周囲の外部圧力に見合った圧力に保持するようにしていた。

【0003】図5は、そのような駆動室に連通する中空ピストン構造を有するガス圧縮・膨張機の構成例をスターリング冷凍機について示したもので、スターリング冷凍機は、主として膨張機1、圧縮機2、駆動室3より構成されている。その膨張機1は、膨張シリンダ4、その

シリンダ内を往復動作する膨張ピストン5からなり、同様に圧縮機2は、圧縮シリンダ6、そのシリンダ内を往復動作する圧縮ピストン7から成る。

【0004】膨張ピストン5及び圧縮ピストン7は、それぞれピストンロッド8、ピストンロッド9を介して駆動室3内部に配置されるクランク機構10に連結され、90°の位相差を持って駆動される。

【0005】膨張機1の膨張シリンダ4周囲と容器間には蓄熱器11が配置され、この蓄熱器を介して膨張ピストン5前方に生じる膨張空間12と圧縮ピストン7前方に生じる圧縮空間13との間はガス流路14によって連通され、冷凍サイクル時のガスの移動が行われる。一方、膨張ピストン5及び圧縮ピストン7の背圧側空間はピストンの仕事量の損失を防ぐため、ガス流路15によって連通されている。また、圧縮機2の容器外周面と膨張機1の容器下部外周面には放熱フィン16、17が配置形成されている。

【0006】この構成で、図示省略する駆動モータの回転によって駆動室3のクランク機構10が駆動されると、ガス圧縮機2の圧縮シリンダ6内の圧縮ピストン7が圧縮空間13側に移動して圧縮空間13に充満するヘリウム等の液化しにくい冷媒ガスが圧縮される。

【0007】圧縮された冷媒ガスは、ガス流路14から蓄熱器11へ流入する。蓄熱器11に流入した冷媒ガスは、比熱の大きな材料、例えば、銅や鉛の金網状あるいは球からなる蓄熱材によって冷却され、冷却された冷媒ガスが膨張機1の膨張空間12へ流入され高圧状態となる。

【0008】その後、膨張機1の膨張シリンダ4内の膨張ピストン5が圧縮ピストン7と約90°の位相差を持って降下する。これによって、膨張空間12が急激に拡張されて蓄熱器11から膨張空間12へ流入した高圧の冷媒ガスが、急に膨張されて、冷媒ガスの圧力が急降下することにより冷媒ガスが低温となる。

【0009】やがて、膨張ピストン5が上昇を開始し、圧縮ピストン7が後退すると、低温の冷媒ガスが、蓄熱器11を通り、ガス流路14を経て圧縮空間13へ戻される。このとき、蓄熱器11では、蓄熱材が冷却されて冷熱が蓄えられる。

【0010】上記した工程によって、一つの熱サイクルが終了し、この工程がクランク機構10によって繰り返されることにより、徐々に膨張空間12である冷凍発生部の温度と蓄熱器11の温度が降下し、冷凍発生部の冷媒ガスが低温になり、発生する冷熱を外部に取り出し利用することができるようになる。

【0011】ところで、膨張ピストン5及び圧縮ピストン7は内部を中空にした方がクランク機構10の負荷やコスト、重量を軽減できる。この場合、ピストン外部の圧力はかなりの高圧になるので、ピストン内部には高圧のガスを封入する必要がある。しかし、予めピストン

10

20

30

40

50

内部だけに高圧ガスを封入することは組立作業上難しい。このため、従来は、ピストンロッド8及び9内部に中空のガス通路18及び19を設けて駆動室3内部と連通させ、組立後に駆動室3内部に外部から高圧ガスを封入することにより、ピストン5、7内部を高圧に保つようにしていた。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来構成によると、駆動されたピストン5、7内部が対流により常に駆動室3内部の温度に保持される。一方、ピストン5、7の外部は先端部が例えば-200℃の低温にまた根元部が常温に維持されると共に、先端部から根元部にかけて温度勾配が形成される。このため、特にピストン先端部の低温が熱伝導あるいは対流により駆動室3へと熱伝達され、膨張空間12に生じる冷熱の熱損失が大きくガス圧縮・膨張機としての熱効率が低下する問題点があった。

【0013】本発明は上記問題点を解決して、熱効率の良いガス圧縮・膨張機を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明の請求項1は、ピストン内部の中空部がピストンロッド内部を貫通するガス通路を介して駆動室に連通すると共に、その駆動室内の駆動機構により駆動されてピストンがシリンダ内を往復動作することにより、シリンダ内に流入するガスを圧縮又は膨張させるガス圧縮・膨張機において、前記ピストン内部の前記ピストンロッド内部を貫通するガス通路またはその開口部付近に、少なくともピストン作動時のガスの流れを遮断するシール機構を設けたことを特徴とする。またこの構成により、ピストン内部と駆動室とのガス通路が遮断され、ガスの移動による熱移動を遮断して熱損失を防止し、熱効率の良いガス圧縮・膨張機が得られるという効果が得られる。

【0015】請求項2は、請求項1記載の前記シール機構を熱収縮を利用してピストン作動時の温度低下により前記ガス通路又はその開口部付近を遮断するようにしたことを特徴とする。またこの構成により、請求項1の構成による効果のほか、熱収縮体を用いてガスシール機構を簡単な構成で実現することができるという効果が得られる。

【0016】請求項3は、請求項1記載の前記シール機構を熱膨張を利用してピストン作動時の温度上昇により前記ガス通路又はその開口部付近を遮断するようにしたことを特徴とするものである。またこの構成により、請求項1の構成による効果のほか、熱膨張体を用いてガスシール機構を簡単な構成で実現することができるというも効果が得られる。

【0017】請求項4は、請求項1記載の前記シール機構をバネ力を利用して前記ガス通路又はその開口部付近

を遮断するようにしたことを特徴とするものである。またこの構成により、請求項1の構成による効果のほか、バネを用いてガスシール機構を簡単な構成で実現することができるという効果が得られる。

【0018】請求項5は、請求項1記載の前記シール機構として逆止弁を用いたことを特徴とするものである。またこの構成により、請求項1の構成による効果のほか、ピストンロッドの適宜の個所に逆止弁を配設することにより簡単にガスシールすることができる効果が得られる。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態をスターリング冷凍機に適用した場合を例に取り、図面を参照して説明する。

【0020】図1は、本発明の実施の形態の一例に係わるスターリング冷凍機における膨張ピストン5の断面図を示したもので、このピストン以外のスターリング冷凍機としての構成は図8に示した構成と変わりがなため、図1にはピストン部分のみを示し他は図8を参照する。

【0021】図1に示すように、本発明による膨張ピストン5は、ピストン5内部のガス通路18が開口する部分に、その開口部をピストン作動時に閉塞するシール機構20を設けた点に特徴を有する。

【0022】このシール機構20は、その詳細図を図2(A)のA-A断面拡大図、(B)の冷凍機運転前の拡大断面図、(C)の冷凍機運転時の拡大断面図に示すように、ピストンロッド8をピストン端板5aを貫通してピストン内部に突出させ、そのピストンロッド突出部21の上面部を熱収縮性支柱22に支持されるシール板23により、その支柱22の収縮性を利用してスターリング冷凍機運転時に閉塞するように構成されている。

【0023】即ち、図2に示すように、ピストン端面5a上には、ピストンロッド突出部21の外周面を取り囲むようにしてシール板23を支持する、この例では4本の支柱22が植立されている。

【0024】この支柱22は、周囲温度が低下するに従って収縮する熱収縮性の良好な材料で構成されている。また、シール板23の下面即ちピストンロッド突出部21側は、その突出部21上面部が嵌合する凹部23aが形成されている。

【0025】このような構成のシール機構21を、ピストン端面5a上のガス通路18が開口する部分に設けることにより、スターリング冷凍機運転前の高圧ガス封入時には、図2(B)に示すように、ピストンロッド8のガス通路18を介して突出部21上面から膨張ピストン5内部に高圧ガスが充填される。

【0026】次いで、スターリング冷凍機運転時に、前述したようにピストン5上部の温度が低下してピストン内部のガスが冷却されると、支柱22も冷却されて収縮

10

20

30

40

50

し、図2（C）に示すように、シール板23が下降して突出部21上面がシール板の凹部23aに嵌合してガス通路18の開口部を閉塞する。

【0027】この結果、膨張ピストン5内部と駆動室3内部とのガスの移動が遮断されガスによる熱移動が阻止される。従って、ピストン内部のガスの温度はほぼピストン外周面の温度近くに保持されて、膨張空間12から膨張ピストン5への熱の移動が阻止され、熱損失の少ない、つまり、熱効率の良いスターリング冷凍機が得られるようになる。

【0028】図3、4は、本発明の実施の形態の他の例を示し、これは図8の圧縮ピストン7に適用した場合の例で、この圧縮ピストン7以外のスターリング冷凍機としての構成は図8に示した構成と変わりが無いため、図にはピストン部分のみを示し他は図8を参照する。

【0029】この例の場合、圧縮ピストン7内部のピストン端面7a上のガス通路18開口部に設けたシール機構20は、ガス通路18開口部の周囲を囲んで上面に、ガス通路孔24aを有する被覆体24をピストン端面7a上に固設して、内部に熱膨張体25を収容した構成となっている。

【0030】この構成で、冷凍機運転前の高圧ガス封入時には、熱膨張体25とピストン端面7a及び被覆体24の上面との間には隙間があり、これにより、図4（A）に示すように、ガス通路18から流入する高圧ガスは、熱膨張体25を押し除け、被覆体24のガス通路孔24aから圧縮ピストン7内部に流入して充填される。

【0031】次いでスターリング冷凍機運転時には、図4（B）に示すように、ピストン7先端部に熱が発生してピストン内部のガスが加熱されることにより、熱膨張体25が膨張してピストン端面7a及び被覆体24間の隙間を塞ぐ。

【0032】この結果、圧縮ピストン7内部と駆動室3内部とのガスの移動が遮断されガスによる熱移動が阻止される。従って、ピストン内部のガスの温度はほぼピストン外周面の温度近くに保持されて、圧縮空間13から圧縮ピストン7への熱の移動が阻止され、熱損失の少ない、つまり、熱効率の良いスターリング冷凍機が得られるようになる。

【0033】さらに、本発明による膨張ピストン5及び圧縮ピストン7を用いて図8に示したスターリング冷凍機を構成することにより、低温及び高温側双方の熱損失を効果的に抑えてより熱効率の良いスターリング冷凍機が得られるようになる。

【0034】図5は、本発明の実施の形態の別の例を示したもので、この例の場合は、シール機構20として、ピストン5内部のガス通路18開口部の周囲を囲んで上面に、ガス通路孔24aを有する被覆体24をピストン端面5a上に固設して、内部に開口部を閉塞する閉塞板

26、その閉塞板26を被覆体24側からピストン端面5a側に押圧するバネ27を収納した点に特徴を有する。

【0035】この構成で、冷凍機運転前の高圧ガス封入時には、図6（A）に示すように、ピストン5内部の圧力は低いので駆動室3内部に送り込まれる高圧ガスの圧力がバネ27の押圧力に打ち勝って閉塞板26を押し上げ、被覆体24のガス通路孔24aを通してピストン5内部に充填される。

10 【0036】この高圧ガスのピストン5内部への充填により内部圧力が高くなって、駆動室3に封入されるガス圧に近づくと、ピストン5内部圧力とバネ27の押圧力が駆動室3内部のガス圧より勝って閉塞板26をピストン端面5a側に押し付け、ガス通路18開口部を塞ぐ。

【0037】このとき、バネ27の押圧力にヒステリシス特性を持たせたり、閉塞板26とピストン端面5aに磁石を埋め込むなどして、一旦、ピストン5内部圧力とバネ27の押圧力が駆動室3内部のガス圧より高くなれば、以後閉塞板26が開かないようにすることができる。従って、冷凍機運転時には、図6（B）に示すように、閉塞板26によりガス通路18開口部を閉塞し、圧縮ピストン7内部と駆動室3内部とのガスの移動を遮断し、ガスによる熱移動を阻止することができる。これにより、図5のシール機構20を用いた場合も、ピストン内部のガス温度をほぼピストン外周面の温度近くに保持して、圧縮空間13から圧縮ピストン7への熱移動を阻止し、熱損失の少ない、つまり、熱効率の良いスターリング冷凍機を得ることができる。

【0038】なお、上記に説明した実施の形態では、シール機構20をピストン端面5a、7a上のガス通路18、19を囲むようにして設けた例について示したが、このシール機構20をもうおける場所はこれに限らず、例えば図7に示すように、ピストンロッド8、9中のガス通路18、19に設けるようにしても良い。また、シール機構20は、逆止弁を用いて構成することもできる。

【0039】また、上記に説明した実施の形態では本発明をスターリング冷凍機に適用した例について説明したが、本発明はこれに限らず、スターリングエンジンやヴァルミエルヒートポンプ等のガス圧縮・膨張機に適用できることは言うまでもない。

【0040】

【発明の効果】本発明の請求項1の構成によれば、ピストン内部と駆動室とのガス通路が遮断され、ガスの移動による熱移動を遮断して熱損失を防止し、熱効率の良いガス圧縮・膨張機が得られる。

【0041】本発明の請求項2の構成によれば、請求項1の構成による効果のほか、熱収縮体を用いてガスシール機構を簡単な構成で実現することができる効果が得られる。

【0042】本発明の請求項3の構成によれば、請求項1の構成による効果のほか、熱膨張体を用いてガスシール機構を簡単な構成で実現することができる効果が得られる。

【0043】本発明の請求項4の構成によれば、請求項1の構成による効果のほか、バネを用いてガスシール機構を簡単な構成で実現することができる効果が得られる。

【0044】本発明の請求項5の構成によれば、請求項1の構成による効果のほか、ピストンロッドの適宜の個所に逆止弁を配設することにより簡単にガスシールすることができる効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の第1例を示すピストンの断面構成図。

【図2】図1に示すシール機構の拡大詳細図で、(A)は図1のA-A断面図、(B)は冷凍機運転前のシール機構の断面図、(C)は冷凍機運転時のシール機構の断面図である。

【図3】本発明の実施の形態の他の例を示すピストンの断面構成図である。

【図4】図3に示すシール機構の拡大詳細図で、(A)＊

＊は冷凍機運転前のシール機構の断面図、(B)は冷凍機運転時のシール機構の断面図である。

【図5】本発明の実施の形態の別の例を示すピストンの断面構成図である。

【図6】図5に示すシール機構の拡大詳細図で、(A)は冷凍機運転前のシール機構の断面図、(B)は冷凍機運転時のシール機構の断面図である。

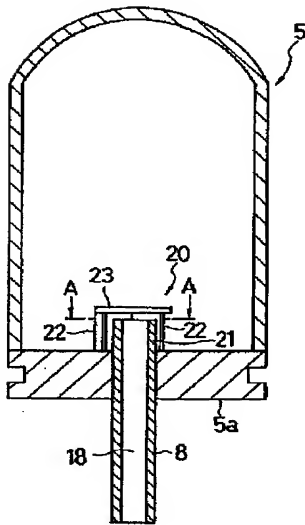
【図7】本発明の実施の形態の更に別の例を示すピストンの断面構成図である。

【図8】従来のスターリング冷凍機の断面構成図。

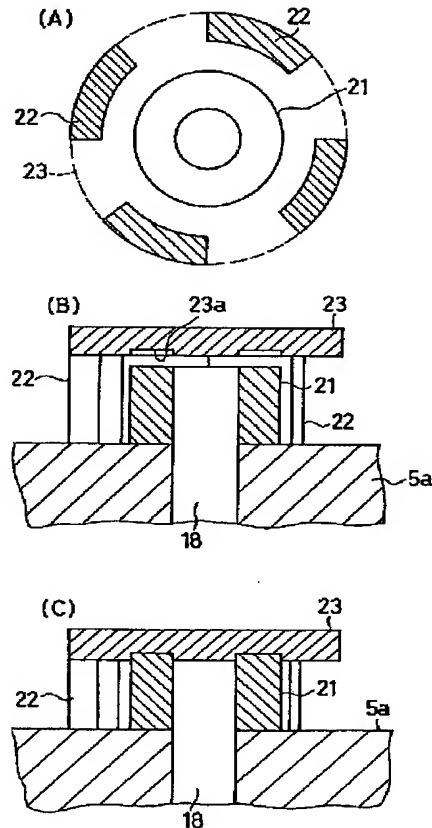
【符号の説明】

- 5、7 ピストン
- 8、9 ピストンロッド
- 18、19 ガス通路
- 20 シール機構
- 21 ピストンロッド突出部
- 22 熱収縮性支柱
- 23 シール板
- 24 被覆体
- 25 熱膨張体
- 26 閉塞板
- 27 バネ

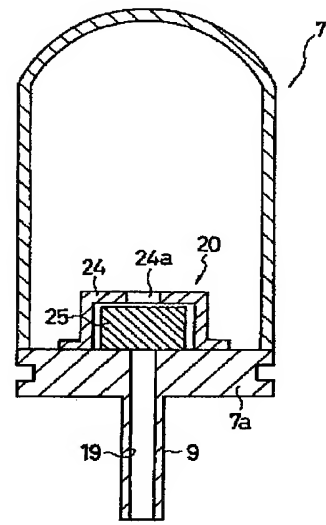
【図1】



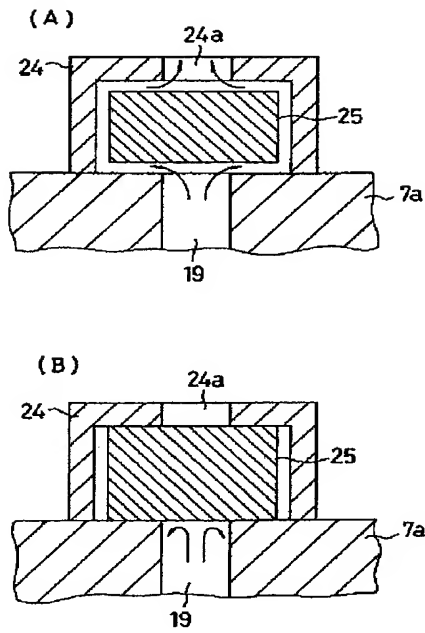
【図2】



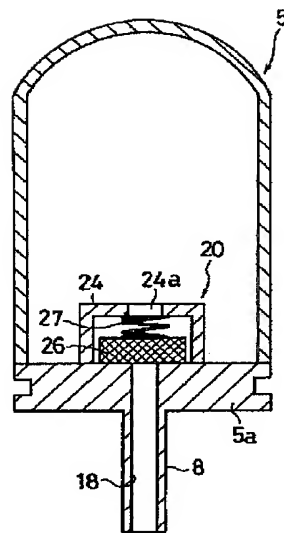
【図3】



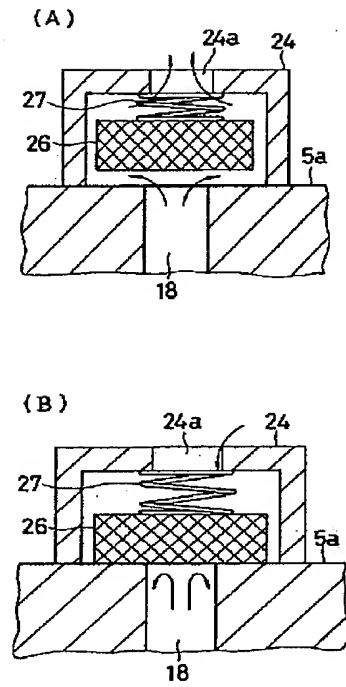
【図4】



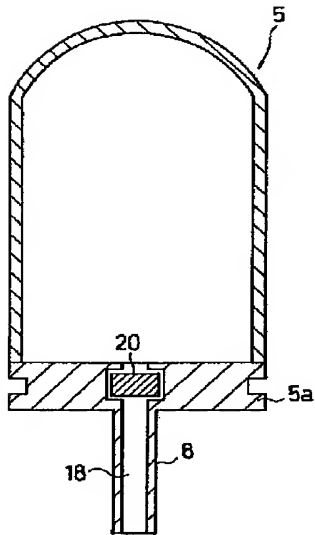
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

